

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA PESQUERA**



**“EVALUACIÓN DE SUPERVIVENCIA DE JUVENILES DE  
*Oreochromis niloticus* TILAPIA, ESTABULADOS EN BOLSAS  
PLÁSTICAS CON FINES DE TRANSPORTE, PIURA - PERÚ - 2013”**

**TESIS**

**PRESENTADO POR:**

**Br. JULIO JOSUE DIAZ VICENTE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO PESQUERO**

**PIURA, PERÚ**

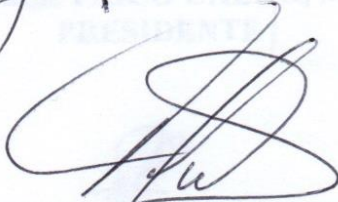
**2015**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA PESQUERA**



**“EVALUACIÓN DE SUPERVIVENCIA DE JUVENILES DE *Oreochromis niloticus***  
**TILAPIA, ESTABULADOS EN BOLSAS PLÁSTICAS CON FINES DE**  
**TRANSPORTE, PIURA - PERÚ – 2013”**

  
**Dr. MÁXIMO SANDOVAL CRUZ**  
**ASESOR**

  
**Ing° VÍCTOR HUGO JUÁREZ PEÑA, M.Sc.**  
**CO-ASESOR**

  
**Br. JULIO JOSUÉ DÍAZ VICENTE**  
**EJECUTOR**

**PIURA, PERÚ**

**2015**


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA PESQUERA**



**“EVALUACIÓN DE SUPERVIVENCIA DE JUVENILES DE *Oreochromis niloticus***  
**TILAPIA ESTABULADOS EN BOLSAS PLÁSTICAS CON FINES DE**  
**TRANSPORTE, PIURA - PERÚ – 2013”**

**JURADO**

  
Ing. JOSÉ PAICO CHERO, M.Sc.  
PRESIDENTE

  
Ing. JUAN MANUEL TUME RUIZ  
VOCAL

  
Ing. FIDEL GONZALES MECHATO  
SECRETARIO

**PIURA, PERÚ**

**2015**





UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA



\*\*\*\*\*

"AÑO DE LA DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA Y DEL FORTALECIMIENTO DE LA EDUCACIÓN"

**ACTA DE SUSTENTACIÓN**

Los Miembros del Jurado Calificador que suscriben, reunidos para la sustentación de la Tesis titulada: **"EVALUACIÓN DE SUPERVIVENCIA DE JUVENILES DE *Oreochromis niloticus* TILAPIA ESTABULADOS EN BOLSAS PLÁSTICAS CON FINES DE TRANSPORTE, PIURA – PERÚ 2013"**, presentado por el Br. **JULIO JOSUÉ DÍAZ VICENTE**; oídas las observaciones y respuestas, la declaran:


APROBADA

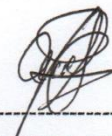
Con el calificativo de:

Bueno

En consecuencia, queda en condiciones de ser calificado **APTO** por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura y recibir el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO PESQUERO**, de conformidad con lo estipulado en la ley.

Piura, 28 de agosto del 2015.

  
ING. JOSÉ PAICO CHERO, M. Sc.  
PRESIDENTE

  
ING. JUAN MANUEL TUME RUIZ, M. Sc.  
VOCAL

  
ING. FIDEL GONZALES MECHATO  
SECRETARIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA



\*\*\*\*\*

**CALIFICATIVO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

**"EVALUACIÓN DE SUPERVIVENCIA DE JUVENILES DE *Oreochromis niloticus* TILAPIA  
ESTABULADOS EN BOLSAS PLÁSTICAS CON FINES DE TRANSPORTE, PIURA – PERÚ 2013"**

EJECUTOR: BR. JULIO JOSUÉ DÍAZ VICENTE

DE CONFORMIDAD A LO ESTABLECIDO EN EL ART. 37°.- DEL REGLAMENTO PARA  
LA OBTENCIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL MEDIANTE TESIS EN LAS DIFERENTES  
FACULTADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA.


(Aprobado según Resolución de Consejo Universitario N° 1073-CU-2014 de fecha 01 de  
octubre del 2014).

MIEMBRO	PUNTAJE
Presidente	15
Secretario	15
Vocal	15
Promedio	15

- Excelente : (20)
- Sobresaliente : (19;18)
- Muy Bueno : (17; 16)
- Bueno : (15; 14; 13)
- Regular : (12; 11)

Piura, 28 de agosto del 2015.

  
ING. JOSÉ PAICO CHERO, M. Sc.  
PRESIDENTE

  
ING. JUAN MANUEL TUME RUIZ, M. Sc.  
VOCAL

  
ING. FIDEL GONZALES MECHATO  
SECRETARIO

## **DEDICATORIA**

A Dios por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida, por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorar cada día más.

A mi madre por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y vida.

A mi padre quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional.

A mis hermanos por estar allí conmigo siempre.

A mis profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por ser la luz que guía mi camino, en los momentos más difíciles.

A mis padres, Helda Vicente Saucedo y Ostilio Díaz Ruesta, por darme la vida, apoyado y aconsejado siempre para poder salir adelante.

A mis profesores y asesores por su tiempo, Dr. Ing. Máximo Sandoval Cruz y Víctor Juárez Peña y asimismo al Ing. Juan M. Tume Ruiz, por su orientación y apoyo para el desarrollo de mi investigación.

## RESUMEN

El proyecto se desarrolló en la Estación de Bioecología Productiva San Juan de Curumuy, Piura, con la finalidad de evaluar la supervivencia de transporte de juveniles de tilapia, densidad más adecuada y económica, y evaluar los parámetros de calidad de agua. Se adquirió un promedio de 7.0 millares de alevines de *Oreochromis niloticus*, tilapia, de 0.5 g de peso promedio, provenientes del Laboratorio del Ministerio de la Producción – Filial Tarapoto, los cuales fueron aclimatados y estabulados en 6 estanques de 40 m<sup>2</sup> cada uno, hasta alcanzar un peso promedio de 3.69 g y una longitud total de 6.64 cm para ser estabulados y transportados.

Se trabajó con tres tratamientos: 40 g/l (T<sub>1</sub>), 60 g/l (T<sub>2</sub>) y 80 g/l (T<sub>3</sub>), con cinco repeticiones y los juveniles de tilapia fueron estabulados en bolsas plásticas de 75cm x 51cm con 6 litros de agua, por un tiempo de 28 horas. Los parámetros de calidad de agua obtenidos, estuvieron dentro de los rangos adecuados; temperatura entre 25 y 26°C, oxígeno disuelto entre 4 y 8, pH entre 6.5 y 8, amoníaco valores  $\leq 0.013$ . El tratamiento con el mayor porcentaje de supervivencia fue el de 60g/l (98.73+/- 0.36%). Los costos por tratamiento/millar más bajos fueron en el de 80 g/l (S/. 270.87 nuevos soles). No existió, estadísticamente, diferencias significativas ( $\alpha = 0.05$  y  $\alpha = 0.01$ ), entre tratamientos.

**Palabras claves:** Transporte, tratamiento, juveniles, *Oreochromis niloticus*.



## ABSTRACT

The project was developed in Bioecology Production Station San Juan de Curumuy, Piura, in order of evaluate the survival of juvenile fish tilapia transport more economic and suitable density, and evaluating water quality parameters. An average of 7.0 thousand fingerlings of *Oreochromis niloticus*, tilapia, 0.5 g average weight, from the Laboratory of the Ministry of Production was acquired - Subsidiary Tarapoto, which were acclimated and housed in 6 pools of 40 m<sup>2</sup> each, up reaching an average weight of 3.69 g and a total length of 6.64 cm to be housed and transported.

We worked with three treatments: 40 g/l (T1), 60 g/l (T2) and 80 g/l (T3), with five repetitions and Tilapia juveniles were housed in plastic bags to 75cm x 51cm with 6 liters of water for a period of 28 hours. The water quality parameters obtained were within acceptable ranges; temperature between 25 and 26 ° C, dissolved oxygen between 4 and 8 pH between 6.5 and 8, ammonia values  $\leq 0.013$ . Treatment with the highest percentage of survival was 60g/l (98.73 +/- 0.36%). Lower costs for treatment / thousand were in the 80g/l (S /. 270.87 nuevos soles). There was no statistically significant difference ( $\alpha = 0.05$  and  $\alpha = 0.01$ ) between treatments.

Keywords: Transport, treatment, *Oreochromis niloticus*, juvenile fish.

## ÍNDICE GENERAL

	Página
1.- INTRODUCCION	1
2.- MARCO TEORICO	2
2.1.- ASPECTOS GENERALES	2
2.2.- TRANSPORTE DE PECES	2
2.3.- EDAD Y TAMAÑO DE PECES	4
2.4.- EL CONTROL DE LA TEMPERATURA DEL AGUA DE TRANSPORTE	5
2.5.- EL AISLAMIENTO TERMICO DE LAS CAJAS	5
2.6.- CARGAS DE PECES EN BOLSAS PLASTICAS	6
2.7.- ACLIMATACION DE ALEVINES	10
2.8.- CALIDAD DEL AGUA	10
2.9.- PARAMETROS FISICOS - QUMICOS DEL AGUA	11
2.9.1.- OXIGENO	11
2.9.2.- TEMPERATURA	12
2.9.3.- POTENCIAL DE HIDROGENO (PH)	13
2.9.4.- CONCENTRACION DE AMONIO	13
2.9.5.- SUPERVIVENCIA	14
3.- MATERIALES Y METODOS	16
3.1.- MATERIAL EXPERIMENTAL	16
3.2.- PERIODO EXPERIMENTAL	16
3.3.- MATERIALES Y EQUIPOS	16
3.3.1.-MATERIALES	16
3.3.2.- EQUIPOS	17
3.3.3.- INSUMOS	17
3.3.4.- MATERIAL BIOLOGICO	17

3.4.- METODOLOGIA	18
3.4.1.- UNIDAD EXPERIMENTAL	18
3.4.2.- PRIMERA ETAPA: ACONDICIONAMIENTO DE EJEMPLARES	19
3.4.2.1.- ADQUISICIÓN Y TRANSPORTE DE MATERIAL BIOLOGICO	19
3.4.2.2.- ACLIMATACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE MATERIAL BIOLOGICO	19
3.4.3.- SEGUNDA ETAPA: ACONDICIONAMIENTO PARA EMPAQUE	20
3.4.3.1.- LLENADO DE BOLSAS	20
3.4.3.2.- EMBALAJE DE JUVENILES	21
3.4.3.3.- INSUFLADO DE OXIGENO PURO Y LLENADO DE BOLSAS	22
3.4.3.4.- ALMACENAMIENTO DE CAJAS	23
3.4.3.5.- EVALUACIÓN DE SUPERVIVENCIA Y SIEMBRA DE JUVENILES	24
3.4.4.- DISEÑO EXPERIMENTAL	25
3.4.5.- SUPERVIVENCIA	26
3.4.6.- PARAMETROS FISICO - QUIMICOS DE CALIDAD DEL AGUA	27
3.4.7.- COSTOS DE TRANSPORTE DE JUVENILES	27
4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1.- SUPERVIVENCIA	28
4.2.- PARAMETROS FISICOS - QUIMICOS DEL AGUA	32
4.2.1.- TEMPERATURA	32
4.2.2.- OXIGENO	33
4.2.3.- POTENCIAL DE HIDROGENO	35
4.2.4.- CONCENTRACION DE AMONIO	38
4.3.- COSTOS PARA TRANSPORTE DE JUVENILES	39
5.- CONCLUSIONES	40
6.- RECOMENDACIONES	41
7.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	42
8.- ANEXOS	45

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
<b>Cuadro 2.1.-</b> Cantidad de peces	4
<b>Cuadro 2.2.-</b> Efecto del oxígeno en peces	11
<b>Cuadro 3.1.-</b> Diseño experimental de la investigación	25
<b>Cuadro 4.1.-</b> Supervivencia de juveniles de <i>Oreochromis niloticus</i> tilapia estabulados en bolsas plásticas con fines de transporte.	29
<b>Cuadro 4.2.-</b> Análisis de Varianza de Supervivencia de juveniles de tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> estabulados en bolsas plásticas para su transporte.	30
<b>Cuadro 4.3.-</b> Análisis Descriptivos (IBM SPSS Statistics 22.0)	30
<b>Cuadro 4.4.-</b> Análisis de Varianza (IBM SPSS Statistics 22.0)	30
<b>Cuadro 4.5.-</b> Comparaciones Múltiples, Tukey y Tamhane (IBM SPSS Statistics 22.0)	31
<b>Cuadro 4.6.-</b> Prueba de Tukey y Duncan (IBM SPSS Statistics 22.0)	31
<b>Cuadro 4.7.-</b> Temperatura del agua (°C) después de 28 horas de permanecer los juveniles de tilapia en las bolsas	32
<b>Cuadro 4.8.-</b> Oxígeno del agua para el embarque de los peces al inicio de la experimentación	34
<b>Cuadro 4.9.-</b> Oxígeno del agua de unidades experimentales al final de la experimentación	35
<b>Cuadro 4.10.-</b> pH del agua para el embarque de los peces	36
<b>Cuadro 4.11.-</b> pH del agua de unidades experimentales en el desempaque	37
<b>Cuadro 4.12.-</b> Niveles de concentración de amonio en muestras de agua	38
<b>Cuadro 4.13.-</b> Costos para transporte de juveniles de tilapia	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 2.1.</b> Método para conteo de jaramugos	9
<b>Figura 2.2.</b> Porcentaje de supervivencia de tilapia ocho horas después de transporte en bolsas plásticas	15
<b>Figura 3.1.</b> Ubicación de la Estación de Bioecología San Juan de Curumuy	16
<b>Figura 3.2.</b> Juveniles de tilapia	17
<b>Figura 3.3.</b> Unidad experimental	18
<b>Figura 3.4.</b> Traslado de peces a la Estación Bioecológica San Juan de Curumuy	19
<b>Figura 3.5.</b> Medición de temperatura del agua de la bolsa	20
<b>Figura 3.6.</b> Igualando pH agua de la bolsa con el agua del estanque	20
<b>Figura 3.7.</b> Llenado de bolsas con agua	20
<b>Figura 3.8.</b> Acondicionamiento de las unidades experimentales	21
<b>Figura 3.9.</b> Recolección de ejemplares de los estanques	21
<b>Figura 3.10.</b> Extracción de juveniles de tilapia	22
<b>Figura 3.11.</b> Saturación con oxígeno puro	22
<b>Figura 3.12.</b> Amarre de bolsas con bandas elásticas	23
<b>Figura 3.13.</b> Aseguramiento final del amarre	23
<b>Figura 3.14.</b> Cierre de cajas de empaque	23
<b>Figura 3.15.</b> Traslado de cajas a la caseta	23
<b>Figura 3.16.</b> Almacenamiento y acomodo de cajas en caseta	24
<b>Figura 3.17.</b> Rotulación de caja	24
<b>Figura 3.18.</b> Peces revisados después de 8 horas	24
<b>Figura 3.19.</b> Visualización de especímenes	24
<b>Figura 3.20.</b> Aclimatación de peces	25



<b>Figura 3.21.</b> Representación de tratamientos	26
<b>Figura 3.22.</b> Conteo de alevinos	26
<b>Figura 3.23.</b> Mortandad de especímenes	26
<b>Figura 4.1.</b> Supervivencia de juveniles de tilapia a 3 tratamientos	29
<b>Figura 4.2.</b> Temperatura del agua registrada en el desempaque	33
<b>Figura 4.3.</b> Oxígeno disuelto del agua para el embarque	34
<b>Figura 4.4.</b> Oxígeno disuelto de agua en el desempaque	35
<b>Figura 4.5.</b> Ph del agua para carga de peces	37
<b>Figura 4.6.</b> Ph del agua en el desempaque	37
<b>Figura 4.7.</b> Costos por millar de fase experimental, Supervivencia de juveniles de tilapia a 3 tratamientos	39
<b>Figura 8.1.</b> Material biológico en San Juan de Curumuy	45
<b>Figura 8.2.</b> Aclimatación de Alevines de tilapia a su llegada	45
<b>Figura 8.3.</b> Captura de juveniles para transporte	46
<b>Figura 8.4.</b> Empaque de juveniles de tilapia para fines de transporte	46
<b>Figura 8.5.</b> Resguardo de cajas en caseta de la estación Bioecológica	47
<b>Figura 8.6.</b> Aclimatación de peces y desempaque	47
<b>Figura 8.7.</b> Conteo de peces después de ser aclimatados	47

# 1. INTRODUCCIÓN

El transporte de peces vivos constituye una práctica común en muchas granjas y se utiliza, después de la cosecha, durante la clasificación; para trasladar los peces a un lugar de almacenamiento a corto plazo para peces vivos; poblar estanques en la misma o en otras granjas, con fines de reproducción o cría; llevar peces vivos al mercado, FAO (2014, a).

Una de las actividades más importante e inicial en la acuicultura es obtención de la semilla y su posterior transporte, por lo tanto se debe orientar todos los cuidados posibles en el transporte de larvas, postlarvas, alevines, juveniles, etc., teniendo en cuenta que el éxito de estos organismos depende de la forma como hayan sido preparados. Para el transporte de los peces se debe tener en consideración los factores que influyen directa e indirectamente en la fisiología del pez, como temperatura del agua, oxígeno, pH, amonio, tamaño de los peces, biomasa por bolsa, tiempo de transporte y manipuleo; siendo de exigencia principal el oxígeno y la temperatura.

El motivo de esta investigación surgió debido a que el crecimiento de la acuicultura en Piura ya es algo real y esta actividad se vuelve un sustento en pequeñas comunidades rurales, las cuales vienen siendo capacitadas para realizar cultivos con especies de fácil adaptabilidad y rápido crecimiento, para ello es necesario realizar algunas etapas hasta cosecha final; inicialmente se tiene en cuenta la semilla (larvas, alevines, juveniles, etc.), y con ello su transporte y supervivencia para disminuir costos y realizar estimaciones de producción y costos totales.

El presente trabajo menciona los aspectos generales de la especie, transporte de peces, aislamiento térmico, carga de peces en bolsas plásticas, calidad de agua, supervivencia. Describe el procedimiento y métodos empleados, en la primera fase de acondicionamientos de los ejemplares y la segunda fase de acondicionamiento para el transporte.

El objetivo de esta investigación fue evaluar la supervivencia de tres cargas diferentes de transporte con igual periodo de tiempo y con ello la densidad más adecuada y económica, y evaluar los parámetros de calidad de agua.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Aspectos Generales

La tilapia es un pez teleósteo, del orden Perciforme perteneciente a la familia Cichlidae Originario de África, habita la mayor parte de las regiones tropicales del mundo, donde las condiciones son favorables para su reproducción y crecimiento. Actualmente se cultivan con éxito unas diez especies. Como grupo las tilapias representan uno de los peces más ampliamente producidos en el mundo. Las especies más cultivadas son *O. niloticus*, *O. Mossambicus*, así como varios híbridos de éstas especie. La menos deseable es *O. Mossambicus* a pesar de que fue la primera especie en distribuirse fuera de África; tanto *O. niloticus* como *O. niloticus* crecen más rápido y alcanzan mayor tamaño que *O. Mossambicus* aunque requieren mayor tamaño para su reproducción, NICOVITA (2011).

Sus extraordinarias cualidades, como crecimiento acelerado, tolerancia a altas densidades poblacionales, adaptación al cautiverio y a una amplia gama de alimentos, resistencia a enfermedades, carne blanca de calidad y amplia aceptación, han despertado gran interés comercial en la acuicultura mundial. Además, se están realizando algunas investigaciones de las propiedades que posee el colágeno presente en sus escamas, que tienen bajas cantidades de grasa. Estas cualidades se están aplicando para las terapias de regeneración de huesos. Son peces de aguas cálidas, que viven tanto en agua dulce como salada e incluso pueden acostumbrarse a aguas poco oxigenadas. Se encuentra distribuida como especie exótica por América Central, Sur del Caribe, Sur de Norteamérica y el Sureste Asiático. Considerado hace tiempo como un pez de bajo valor comercial, hoy su consumo, precio y perspectivas futuras han aumentado significativamente, nombrado por Wikipedia, (2014).

### 2.2. Transporte de peces

International Center For Aquaculture And Aquatic Environments Auburn University, (2014), manifiesta que diferentes recipientes pueden ser utilizados para el transporte de peces, tales como, canecas de diferentes tamaños, vasijas de cerámica o metal, baldes de metal o madera, barriles, tinas, bolsas plásticas, cajas de icopor (poliestireno), botellas, jarras, pieles de animales o pedazos de bambú. De hecho, cualquier recipiente limpio y a prueba de agua

puede ser utilizado para este fin. Algunos recipientes proveen buen aislamiento térmico, como por ejemplo, la madera y el icopor (tipo de tecnopor). Sin embargo, otros como el metal y el plástico presentan un bajo aislamiento y en algunas ocasiones deben ser envueltos en toallas húmedas o empacados con hielo para mantener baja la temperatura. Los peces deben ser trasladados a su destino final de la manera más rápida y directa posible, después de colocarlos en el recipiente escogido para su transporte. En los métodos de transporte utilizados se incluye a pie, en carreta tirada por animales, en bicicleta, bote, automóvil o camión, tren o en avión.

Urcelay et. al (2012), indica que el transporte y la siembra pueden realizarse utilizando de plástico con oxígeno o bien transportadores diseñados especialmente. Los aspectos más importantes a considerar durante el transporte y la siembra:

- ✓ **Ayuno previo:** las crías deben someterse a un periodo de ayuno de por lo menos 24 horas, previo al momento del embarque. Y que esto reduce su demanda respiratoria durante el traslado y mantiene condiciones más limpias en el agua.
- ✓ **Embarque y/o envasado.** El agua utilizada para el llenado de bolsas o del transportador debe ser agua limpia.
- ✓ **Oxigenación.** Mantener excelentes condiciones de oxigenación en el agua.
- ✓ **Evitar hacinamientos** o maltrato de las crías.

Según Díaz, Vázquez, Mari, (1989), para el transporte se emplean tres sistemas fundamentales:

- Bolsas de polietileno
- Cajas de transporte
- Camiones cisterna

Es el sistema menos utilizado actualmente debido a su mayor costo. Solo se emplea en las ocasiones en que el número de alevines es pequeño y su traslado es por vía aérea. La norma de transporte se resume así: en cada bolsa se añaden 8 litros de agua, 1 kg de hielo y 2kg de peces, cerrando la misma herméticamente en un ambiente de oxígeno a presión. Las bolsas son colocadas en cajas de cartón y cerradas totalmente con soga y cinta adhesiva.

**Transporte en cajas de transporte.** Son recipientes de fibra de vidrio, de 2300 litros de capacidad y construidas para que puedan llevar a cabo los procesos de llenado, introducción de peces, vaciado y aireación del agua. Las dimensiones de estos recipientes se calcularon de forma tal que un camión puede trasladar hasta 4 unidades. El sistema de aireación del agua

hace uso del compresor del mecanismo de frenado del camión, al cual se le coloca un filtro de aceite, y por un sistema de tuberías de caucho lleva el aire comprimido hace los difusores situados en cada caja. El suministro de aire se regula a través de manómetros, también acoplados en ocasiones a balones de oxígeno; la cantidad de aire que genera un sistema de frenos de un camión de carga es suficiente para lograr mortalidades menores de 5%.

### 2.3. Edad y tamaño de los peces

Un menor peso de peces pequeños puede ser transportado por unidad de volumen de agua que de peces grandes. Los peces recién eclosionados se conocen como larvas, estas se mueven lentamente y poseen un saco vitelino, que les provee de alimento suficiente durante las 24 horas siguientes a la eclosión. Las postlarvas se caracterizan por no presentar saco vitelino y pesar menos de un gramo.

Por otro lado, los alevines son pececillos con un peso mayor a un gramo. Finalmente, a los peces sexualmente maduros se los conoce como reproductores. En el Cuadro (2.1), se provee de una guía general para determinar el número de peces de cierta edad que pueden ser transportados dentro de bolsas plásticas selladas, conteniendo oxígeno puro y 8 litros de agua con una temperatura de 18°C. Esta información da una idea general y puede que no sea útil bajo todas las condiciones o para todas las especies de peces. En aquellos lugares donde la disponibilidad de bolsas plásticas es limitada se debe utilizar tanques u otros contenedores para transportar los peces, Kubitza (2009).

La cantidad de peces de diferentes tamaños pueden ser transportado en bolsas plásticas selladas (46 cm x 81 cm), inyectadas con oxígeno puro, y conteniendo aproximadamente 7.6 litros de agua. La unidad de medida es gramos de peces/litro de agua 18°C.

**Cuadro 2.1. Cantidad de peces transportado en bolsas plásticas**

Tamaño de los Peces	Tiempo en horas			
	1 hora	12	24	48
Larvas recién eclosionadas (gramos/litro)	120	80	40	10
Larvas de ¼ pulgada (0.64cm)	60	50	40	20
Alevín de 1 pulgada (2.54cm)	120	100	75	40
Alevín de 2 pulgadas (5.08cm)	120	105	90	40
Alevín de 3 pulgadas (7.62cm)	120	105	90	40
Peces de mayor Tamaño	480	180	120	60



## **2.4. El control de la temperatura del agua de transporte**

La reducción de la temperatura del agua usada en el transporte, es fundamental para la seguridad, la eficiencia y el éxito del transporte. La baja temperatura reduce el metabolismo de los peces, disminuyendo el consumo de oxígeno y la excreción de gas carbónico y de amoníaco. Además de esto, retarda el desarrollo de bacterias en el agua, lo que permite transportar cargas mayores de peces a distancias más largas, Kubitza (2009).

## **2.5. El aislamiento térmico de las cajas**

Idealmente, las cajas de transporte deben poseer un aislamiento térmico, para evitar el aumento de la temperatura durante el transporte. Durante éste, cuando se lo realiza en bolsas plásticas, donde se emplean pequeños volúmenes de agua, es recomendable el uso de cajas de telgopor o cajas de cartón con revestimiento interno de telgopor. No disponiendo de este tipo de cajas, una alternativa es la de usar cajas de cartón forradas internamente con una camada espesa de cartón para reducir la conducción del calor hasta el embalaje de los peces. Siempre que sea posible, debe procurarse evitar la exposición de las cajas al sol. Las cajas de transporte de peces a granel, deben poseer aislamiento térmico, permitiendo el transporte de peces bajo cualquier tiempo, sin que exista una gran elevación o reducción de la temperatura del agua en el interior de las cajas, Kubitza (2009).

Cuando transporte bolsas de plástico selladas debe protegerlas bien utilizando, por ejemplo:

- una caja de cartón para transporte aéreo;
- una caja de madera para transporte por carretera, en un camión, carro o en la rejilla de una motocicleta;
- una cesta bien tejida, sin bordes afilados internos, para transporte ligero por carretera;
- una bolsa de lona cuando utilice bestias de carga.

Esto impide que las bolsas de plástico se perforen accidentalmente, procura mayor tranquilidad a los peces manteniéndolos en la oscuridad y reduce el consumo de oxígeno, FAO (2014, a).

El ajuste adecuado de carga de peces a ser transportados: La carga de peces posible a ser transportada (en bolsas plásticas o a granel en cajas de transporte) dependerá de varios factores, entre otros:

- a) de la previsión de las temperaturas del agua en que se realizará el transporte;
- b) de la previsión del tiempo necesario para el cargamento (o embalaje), para el viaje (transporte) y para su suelta en destino;
- c) del tamaño y el peso medio de los peces;
- d) de la especie de peces a transportar.

Cuanta más baja fuera mantenida la temperatura del agua, cuanto mayor fuera el tamaño de los peces y cuanto más rápido fuera el transporte, mayor podrá ser la carga de peces en el transporte (en kilos/m<sup>3</sup> o en gramos/litro), Kubitza (2009).

## **2.6. Cargas de peces en bolsas plásticas:**

Para pequeñas post-larvas, las cargas deberán mantener una densidad de 20 a 30 gramos de post-larvas por litro de agua. En el caso de alevinos, las cargas podrán variar entre 80 a 200 gramos/litro, dependiendo del tiempo del viaje, del tamaño de los peces, de la temperatura del agua, entre otros factores. Cuando el transporte se realiza en bolsas plásticas, el oxígeno estará limitado y los niveles de gas carbónico quedarán más elevados. El consumo de oxígeno, expresado en gramos de oxígeno por kilo de peces por hora de peces/hora, variará en función del tamaño de los peces, la temperatura del agua, de la condición de ayuno d los peces, entre otros factores. Los alevinos en ayuno generalmente consumen cerca de 1 a 1.5 g O<sub>2</sub>/kg/hora. Adicionalmente, durante el transporte se produce una elevación de los niveles de gas carbónico, dificultando la respiración de los peces. Así, será necesario mantener una concentración más elevada de oxígeno en el agua de embalaje. Por todo esto, es recomendable considerar la necesidad de proveer cerca de 2 litros de oxígeno para cada kilo de alevinos por hora, Kubitza (2009).

Kubitza (2009), manifiesta que los peces que son mantenidos en ayuno consumen menos oxígeno, excretan menos amoníaco y gas carbónico, toleran mejor el manejo durante las cosechas, clasificaciones, transferencias y transporte. Los peces en ayuno defecan menos en el agua de transporte. Por lo tanto, los peces deben mantenerse en ayuno por 24 a 48 horas antes del transporte. En general, cuanto mayor es el pez más prolongado deberá ser el ayuno. El tiempo de ayuno debe ser más prolongado para peces adultos (48 a 72 horas). Los peces

carnívoros precisan de un ayuno más prolongado que los peces omnívoros o herbívoros para un completo vaciamiento del tracto digestivo. Aplicar un buen ayuno es relativamente fácil cuando se trata de peces carnívoros. Basta suspender el ofrecimiento de ración en los estanques de cultivo cerca de 48 horas antes de la cosecha y la carga para el transporte. Por otro lado, para peces como las tilapias y las carpas (carpa común, cabezona, por ejemplo), que aprovechan los alimentos naturales disponibles en los estanques de cultivo, con sólo suspender la oferta de ración no se garantiza un adecuado ayuno. Estos peces, generalmente comen sus propias heces durante la depuración, imposibilitando un adecuado ayuno en tanques convencionales para la depuración.

Actualmente se utilizan a menudo bolsas grandes de plástico para transportar peces vivos, especialmente alevines y jaramugos, si la duración del viaje es relativamente larga. Los peces se transportan dentro de un pequeño volumen de agua situado en la porción inferior de la bolsa, con el volumen restante ocupado con aire comprimido u oxígeno puro. El gas a presión permite la difusión lenta del oxígeno en el agua. El transporte puede durar hasta 48 horas y, una vez haya transcurrido este período de tiempo, es preferible cambiar el agua y volver a llenar la bolsa con gas, FAO (2014, a).

Para transportar las semillas (alevines), es necesario contar con herramientas apropiadas, tales como bolsas plásticas resistentes, tinas, bateas o cajas de ternopor. La proporción de llenado en estos recipientes es de 1/3 de agua y 2/3 de oxígeno, esto con la finalidad de garantizar un porcentaje máximo de supervivencia durante el transporte, FONDEPES (2004).

CENDEPESCA (2008), recomienda que cuando los alevines son trasladados en bolsas plásticas, se debe suministrar el 25% de agua y 50% de oxígeno y el otro 25% para amarrar con banda de hule. Como se colocan 12 litros de agua en la bolsa plástica, (60 cm x 90 cm x 0.8 mm) estas pueden soportar hasta 800 gramos de biomasa de alevines. Con alevines de 1 gramo, se puede trasladar 800 peces por bolsa. Con alevines de 2 gramos, se puede trasladar hasta 400 peces por bolsa.

International Center For Aquaculture And Aquatic Environments Auburn (2014), expresa que cuando se usan bolsas plásticas, el oxígeno es burbujeado inmediatamente después de agregar el agua y los peces. Por lo general, un cuarto del volumen total de la bolsa contiene el agua y

los peces y los tres cuartos restantes son ocupados por el oxígeno. Después de añadir el oxígeno la bolsa es sellada con bandas de caucho, cuerda u otro material. Como una precaución contra la fuga o goteo de agua y siempre que sea posible, la primera bolsa plástica debe ser colocada dentro una segunda bolsa. Luego, para mayor protección, ambas bolsas selladas son colocadas dentro de una caja, en un saco tejido (como un costal de fique u otra fibra natural) u otro envase. Por último, se carga a un vehículo para su transporte. Si se empacan apropiadamente y se aíslan del calor, estos envases pueden transportar peces por 24 a 48 horas sin recambios de agua.

Kubitza (2009), manifiesta que existen diversos productos utilizados para el acondicionamiento del agua. La sal estimula la producción de mucus y reduce las pérdidas de sales desde la sangre hacia el agua, facilitando el ajuste de la osmoregulación. Además de estos beneficios, reduce el desarrollo de infecciones fúngicas o bacterianas después del transporte. Cuando el agua utilizada en el transporte fuera muy ácida ( $\text{pH} < 6,5$ ) se debe adicionar bicarbonato de sodio en el agua. Esto evitará que el pH del agua al finalizar el transporte, quede muy bajo, a punto de comprometer la sobrevivencia de los peces.

Villacís (2004), afirma que cada bolsa se llena con 40 a 50 litros de agua y es inflada con oxígeno (100%) para asegurar la supervivencia de los alevines. En el Laboratorio de Acuicultura de Zamorano se colocan aproximadamente 1500 g de biomasa, que equivale de 1000 a 2000 alevines, en cada bolsa preparada. Trabajar con bolsas con este volumen de agua dificulta su manejo y transporte. El 60% de las ventas en Zamorano son de cantidades menores a 1000 alevines, los cuales podrían ser transportados en una bolsa de menor tamaño con menor contenido de agua. Esta opción presenta mayor eficiencia en el momento de llenado, manejo y transporte. A pesar de que el proceso de empaque se realice apropiadamente, la calidad del agua se deteriora causando la mortalidad de alevines, más aún cuando estos son empacados con su intestino lleno. El propósito de tener un sistema de transporte favorable para la vida de los peces es minimizar el estrés y asegurar un alto nivel de supervivencia.

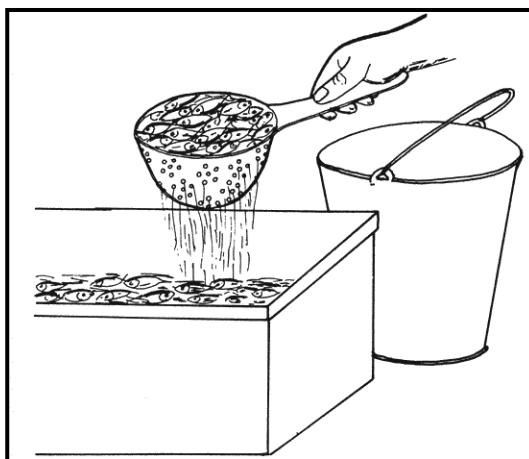
Según FAO (2014, a), indica que se debe calcular peso medio (PM) de sus peces y luego calcular la tasa de carga (TC) de una bolsa, en términos de g/litro de agua en la bolsa:

- i. Si utiliza aire comprimido (12a 20 h de transporte):

$$\text{TC en (gramos/litro)} = 19 * \sqrt{(\text{PM})}$$

- ii. La tasa de carga con oxígeno puro es el doble de su equivalente con aire comprimido (hasta 48 horas de transporte).

$$\text{TC en (g/l)} = 38 * \sqrt{(\text{PM})}$$



**Figura 2.1. Metodo para conteo de jaramugos**

**Fuente: Woynarovich y Horváth 1981, Citado por FAO (2014, b)**

- i. Llenar un colador de jaramugos cinco o seis veces y contar el número de pececillos;
- ii. Dividir el número total de jaramugos así obtenido por el número de coladores cuyo contenido se ha contado, para obtener el promedio de jaramugos contenido en un colador;
- iii. Contar el número total de coladores que se han utilizado para sembrar un estanque o llenar una bolsa de plástico;
- iv. Multiplicar ii)  $\times$  iii) para obtener el número estimado de jaramugos utilizados



## **2.7. Aclimatación de alevines**

La aclimatación es la operación que necesita el mayor cuidado ya que se deben igualar las condiciones del agua en que vienen las post-larvas a las condiciones del estanque, los cambios osmóticos y parámetros tales como la temperatura, salinidad, estadio de post-larva y pH, influyen directamente en la supervivencia que se alcanzará al efectuar la siembra, (Higuera, et al. 1999) nombrado por García (2014).

La aclimatación es vital, porque así se asegura la supervivencia de los alevines. Por lo tanto, es fundamental que las temperaturas tanto del agua en el que se trasladaron los alevines así como el del estanque donde serán sembrados, sean iguales. Si no son iguales, se procede a desarrollar el proceso de aclimatación, donde se trata de igualar las temperaturas de las aguas sumergiendo en el estanque la bolsita con oxígeno, en el cual se transportan los peces, sosteniéndola dentro del agua del estanque por unos minutos. Luego se abre la bolsita y se libera a los pececitos, ABC (2003).

Kubitza (2009), expresa que al final del transporte es necesario realizar la aclimatación de los peces al agua donde estos serán colocados. En general, el agua de transporte difiere del agua del destino en cuanto a temperatura, concentración de oxígeno, pH, salinidad, entre otros parámetros. En el caso que el transporte haya sido hecho en bolsas plásticas, estos deben abrirse y gradualmente se debe introducir el agua del estanque de destino dentro del embalaje. Esto se hace hasta que el volumen de agua en el interior del embalaje se haya por lo menos triplicado, siempre que las diferencias entre el agua del embalaje y las del estanque fueran lo suficientemente minimizadas y ya fuera posible soltar a los peces

## **2.8. Calidad del agua.**

Kubitza (2009), señala que en el transporte de peces vivos, una determinada carga de peces es confinada en un volumen fijo de agua (sea en bolsas de plástico o en cajas de transporte). En el agua de transporte, los peces respiran (consumen oxígeno y excretan gas carbónico), eliminan amoníaco desde la sangre al agua a través de las branquias, excretan sus heces (material orgánico) y liberan parte de su mucus. Así, a lo largo del transporte se producen los siguientes cambios en algunos de los parámetros de la calidad del agua:

- a) aumento en la concentración de gas carbónico;
- b) reducción del pH del agua (debido al gas carbónico en el agua);
- c) aumento de la concentración de amoníaco total;
- d) aumento en la concentración de sólidos en suspensión (heces);
- e) aumento de la población microbiana (bacterias en general).

## 2.9. Parámetros Físico – Químicos del Agua

### 2.9.1 Oxígeno

**Cuadro 2.2. Efectos del oxígeno en peces, NICOVITA (2011).**

Oxígeno (ppm)	Efectos
0 - 0.3	Los peces pequeños sobreviven en cortos períodos.
0.3 - 2.0	Letal a exposiciones prolongadas.
3.0 - 4.0	Los peces sobreviven pero crecen lentamente.
> 4.5	Rango deseable para el crecimiento del pez.

Saavedra (2006), indica que la tilapia soporta bajas concentraciones de oxígeno disuelto, aproximadamente 1 mg/l, e incluso en períodos cortos valores menores. A menor concentración de oxígeno el consumo de alimento se reduce, por consiguiente el crecimiento de los peces. Lo más conveniente son valores mayores de 2 ó 3 mg/l, particularmente en ausencia de luz.

La concentración normal de este gas para la producción puede variar de 5.0 a 6.0 ppm (5 a 6 mg/l), ya que a concentraciones menores el metabolismo y el crecimiento disminuyen, CONAPESCA (2011).

Una ventaja del cultivo de tilapia es su tolerancia a bajas concentraciones de oxígeno disuelto, pues aunque su presión parcial sea baja, su sangre es capaz de saturarse de oxígeno y aun de reducir su consumo si la concentración es inferior a 3mg/l; para tal efecto, usa un metabolismo semi-anaerobico que le permite soporta niveles de 1mg/l e incluso, por periodos cortos. No obstante, lo recomendable es mantener concentraciones que varían entre 4 y 6 mg/l, (Cabañas, 1995) nombrado por Camacho et. al (2000).

Kubitza (2009), recomienda mantener el oxígeno disuelto en valores un poco por encima de la saturación, entre 9 y 11 mg/l de tal forma a compensar el elevado gas carbónico y evitar que los peces tengan dificultades en su respiración. A la llegada a su destino final, durante la aclimatación, el oxígeno puede ser nuevamente mantenido entre los 7 y 8 mg/l, valores adecuados para realizar la suelta de los peces.

## **2.9.2 Temperatura**

Saavedra (2006), establece que los rangos óptimos de temperatura oscilan entre 20-30 °C, pueden soportar temperaturas menores. A temperaturas menores de 15 °C no crecen. La reproducción se da con éxito a temperaturas entre 26-29 °C. Los límites superiores de tolerancia oscilan entre 37-42 °C.

NICOVITA (2011), hace referencia que los peces son animales poiquiloterms (su temperatura corporal depende de la temperatura del medio) y altamente termófilos (dependientes y sensibles a los cambios de la temperatura).

- El rango óptimo de temperatura para el cultivo de tilapias fluctúa entre 28°C y 32°C, aunque ésta puede continuarse con una variación de hasta 5°C por debajo de este rango óptimo. Los cambios de temperatura afectan directamente la tasa metabólica, mientras mayor sea la temperatura, mayor tasa metabólica y, por ende, mayor consumo de oxígeno.
- El efecto negativo sobre el crecimiento del pez cultivado, que pudiera originar las variaciones grandes de temperatura entre el día y la noche, podría subsanarse con el suministro de alimentos con porcentajes altos de proteína (30%, 32%, etc.).

CONAPESCA (2011), manifiesta que la temperatura óptima para el desarrollo de la tilapia es entre 28° y 32° C. Si la temperatura disminuye a 20° C, el pez deja de comer y a temperaturas menores de 12° C, existe peligro de muerte. Es importante mantener la estabilidad de la temperatura, ya que ante cambios repentinos de 5° C, el pez se estresa y puede morir. Aunque es un pez de agua caliente, la temperatura no debe exceder los 30° C, ya que consume más oxígeno. Las temperaturas letales se ubican entre 10- 11° C.

Kubitza (2009), refiere que durante el transporte, la temperatura del agua deberá ser mantenida entre los 19 y 22 ° C para los peces tropicales. Al cargar los peces, el agua del transporte debe encontrarse preparada, cerca de 4-5 grados más fría que el agua en donde están los peces. Si fuera necesario, la temperatura del agua puede ser disminuida con el uso de hielo.

### **2.9.3 Potencial de Hidrogeno (pH)**

- El rango óptimo está entre 6.5 a 9.0.
- Valores por encima o por debajo, causan cambios de comportamiento en los peces como letárgia, inapetencia, retardan el crecimiento y retrasan la reproducción.
- Valores de pH cercanos a 5 producen mortalidad en un período de 3 a 5 horas, por fallas respiratorias; además, causan pérdidas de pigmentación e incremento en la secreción de mucus de la piel.

Cuando se presentan niveles de pH ácidos, el ion  $Fe^{++}$  se vuelve soluble afectando las células de los arcos branquiales y por ende, disminuyendo los procesos de respiración, causando la muerte por anoxia (asfixia por falta de oxígeno), NICOVITA (2011).

CONAPESCA (2011), expresa que el pH determina si el agua es dura o blanda, evalúa los carbonatos presentes. La tilapia crece mejor en aguas de pH neutro, para medirlo se utilizan potenciómetros o tiras indicadoras.

Saavedra (2006), Los valores óptimos de pH son entre 7 y 8. No pueden tolerar valores menores de 5, pero sí pueden resistir valores alcalinos de 11.

### **2.9.4 Concentración de Amonio**

Según NICOVITA (2011), los valores de amonio deben fluctuar entre 0.01ppm a 0.1ppm (valores cercanos a 2 ppm son críticos). El amonio es tóxico, y se hace más tóxico cuando el pH y la temperatura del agua están elevados, los niveles de tolerancia para la tilapia se encuentra en el rango de 0.6 a 2.0 ppm.

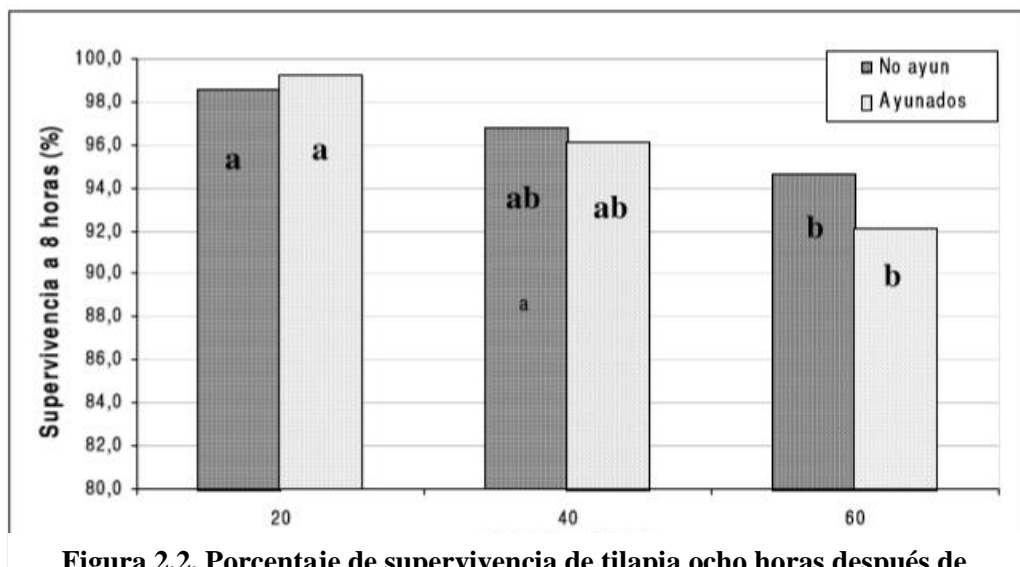
Las tilapias, a diferencia de otros peces, son tolerantes a diversas sustancias a diversas sustancias tóxicas, entre estas se encuentran los desechos metabólicos excretados por los mismos peces o los excedentes de alimento no consumido, por ciertos procesos bioquímicos se convierten en amonio, sin embargo, la concentración de este compuesto nunca deberá ser superior a 0.1 ppm, (Cabañas, 1995) nombrado por Camacho et. al (2000).

Urcelay et. al (2012), afirma que el amonio no ionizado es tóxico para los peces, pero el ion amonio no es peligroso, excepto en muy altas concentraciones. Los niveles tóxicos de amonio no ionizados por exposición corta, usualmente se encuentran entre 0.6 y 0.2 mg/l. Los efectos subletales han sido observado en rangos entre 0.1 a 0.3 mg/l.

### **2.9.5 Supervivencia**

García (2014), indica que para el tratamiento 1 con una densidad de 30 g/l se obtuvo una supervivencia promedio de 97.02 +/- 1.40%; mientras que para el tratamiento 2 con una densidad de 40 g/l se obtuvo una supervivencia de 96.24 +/- 0.97% y para el tratamiento 3 con una densidad de 50 g/l se obtuvo una supervivencia de 97.84 +/- 0.45%. Cuando se realizó el ANOVA para la supervivencia de los alevines de tilapia, los resultados estadísticos mostraron que no existen diferencias significativas ( $\alpha = 0.05$  y  $\alpha = 0.01$ .) entre los tratamientos con respecto a la supervivencia, siendo el tratamiento 3, con una densidad de 50 g/l el de mejor resultado 97.84 +/- 0.45%.

Villacis (2004), manifiesta que a densidades de 20 g/L se puede transportar alevines de tilapia ayunados y no ayunados, ya que habrá una baja acumulación de TAN en el agua y altos niveles de supervivencia. Igualmente es posible transportar alevines ayunados a 40 g/L de agua debido a su alta supervivencia, pero a esta densidad con alevines no ayunados, la alta concentración de TAN en el agua hace que el transporte sea riesgoso por el daño que pueden sufrir las branquias y el aumento de susceptibilidad a enfermedades. Transportar altas densidades, como 60 g/L, no disminuye considerablemente la supervivencia a las ocho horas y dos días después del transporte, pero puede causar resultados desfavorables en el bienestar y desempeño de los alevines al ser colocados en el estanque de producción debido a la alta concentración de TAN en el agua durante el transporte.



**Figura 2.2. Porcentaje de supervivencia de tilapia ocho horas después de transporte en bolsas plásticas. Villacis (2004)**

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR EXPERIMENTAL

El proyecto de investigación se desarrolló en las instalaciones de la Estación de Bioecología Productiva San Juan de Curumuy, ubicada distrito de Piura, provincia de Piura, departamento de Piura, perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Piura, a 23 km, al Noreste de la ciudad de Piura, cuyas coordenadas son: 05°01' 34"S y 80°37'23"W.



**Figura 3.1. Ubicación de la Estación de Bioecología San Juan de Curumuy**

#### 3.2. PERÍODO EXPERIMENTAL

Se realizó en dos etapas, una primera etapa de acondicionamiento de los ejemplares durante 60 días (octubre - diciembre), en los estanques de la estación y una segunda etapa experimental propiamente dicha de dos días, en un ambiente de la estación. La parte experimental se realizó el 21 y 22 de diciembre del año 2013.

#### 3.3. MATERIALES Y EQUIPOS

##### 3.3.1 Materiales

- 06 estanques de concreto de 40m<sup>2</sup>.
- 15 baldes plásticos.

- 15 Cajas de cartón.
- 15 Bolsas plásticas.
- Mangueras plásticas.
- Recipientes plásticos: jarra graduada, baldes, bateas, coladeras.
- Bandas elásticas (ligas)
- Cinta de embalaje.

### 3.3.2 Equipos

- Potenciómetro digital 3HP Aquatic Ecosystem  $\pm 0.1$
- Termómetro de rango de  $-50$  a  $50^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$
- Oxímetro digital DO6 Aquatic ecosystem de rango de  $0$  a  $20\text{mg/l} \pm 0.4\text{mg/l}$ .
- Espectrofotómetro (laboratorio de la FIP)
- Balanza gramera CAMRY  $\pm 0.1$
- Ictiómetro.
- Cámara digital
- Calculadora Casio *fx-82ES PLUS*.

### 3.3.3 Insumos

- Un metro cubico de Oxígeno puro.
- Agua dulce.
- Alimento balanceado.

### 3.3.4 Material biológico

Nombre científico : *Oreochromis niloticus*  
 Nombre común : Tilapia plateada o nilotica

Se trabajó con una biomasa total de 5.45 kg juveniles de *Oreochromis niloticus* de 3.69 g en peso promedio, alevinos que fueron adquiridos en el laboratorio del Ministerio de la Producción – Filial Tarapoto, Estación Pesquera de AHUASHIYACU, San Martin.





**Figura 3.2. Juveniles de tilapia**

### **3.4. METODOLOGIA**

#### **3.4.1 Unidad experimental**

La unidad experimental fue una bolsa plástica de polietileno de 75cm x 51cm, conteniendo 6 litros de agua, siendo depositados en envases de cartón. Se trabajó con 15 unidades experimentales.



**Figura 3.3. Unidad experimental**

### 3.4.2 Primera etapa: Acondicionamientos de ejemplares

#### 3.4.2.1 Adquisición y Transporte de Material Biológico

Se adquirió un promedio de 7.0 millares de alevines de *Oreochromis niloticus* tilapia, con un peso promedio de 0.5 g.

Los alevines fueron transportados vía terrestre, desde Tarapoto - San Martín, hasta la Estación de Bioecología Productiva San Juan de Curumuy, Departamento de Piura, lugar fueron aclimatados y contabilizados, en estanques de 40m<sup>2</sup>, previamente preparados y acondicionados.



**Figura 3.4. Traslado de peces a la Estación Bioecológica San Juan de Curumuy**

#### 3.4.2.2 Aclimatación y acondicionamiento de material biológico

Los peces fueron aclimatados en seis estanques de 40 m<sup>2</sup>; las bolsas plásticas se dejaron flotar sobre el agua durante un tiempo aproximado de 20 minutos con la finalidad de estabilizar temperaturas, transcurrido este tiempo se abrieron las bolsas y se les añadió agua paulatinamente con el fin de equilibrar el pH, luego se les deja salir libremente.

Los alevines fueron alimentados, durante 60 días, con puritilapia balanceada al 32% de proteína, con porcentaje de alimentación del 15% y una frecuencia de tres veces al día. Al final de esta etapa los alevines alcanzaron un peso promedio de 3.69 g.



**Figura 3.5. Medición de temperatura del agua de la bolsa**



**Figura 3.6. Igualando pH agua de la bolsa con el agua del estanque**

### **3.4.3 Segunda etapa: Acondicionamiento para el transporte**

#### **3.4.3.1 Llenado de Bolsas**

Los juveniles de tilapia fueron sometidos a un ayuno por un día, antes de empezar la segunda etapa. En cada caja de cartón se acondicionaron las bolsas plásticas y éstas fueron llenadas con un volumen de 6 litros de agua cada una, evitando la formación de pliegues en las bolsas.



**Figura 3.7. Llenado de bolsas con agua**



### 3.4.3.2 Embalaje de Juveniles

Los juveniles fueron extraídos de los estanques de estabulación e inmediatamente pesados de acuerdo a cada uno de los tratamientos planteados en la investigación: 240g ( $T_1$ : 40 g/l), 360g ( $T_2$ : 60g/l) y 480g ( $T_3$ : 80g/l) y puestos en cada una de las bolsas plásticas. Para extraer los juveniles de tilapia de los estanques de estabulación, se utilizó un chinchorro de malla anchovetera y para el pesado una balanza.



**Figura 3.8. Acondicionamiento de las unidades experimentales**



**Figura 3.9. Recolección de ejemplares de los estanques**



**Figura 3.10. Extracción de juveniles de tilapia**

### **3.4.3.3 Insuflado de Oxígeno puro y sellado de bolsas**

Una vez que los juveniles de tilapia estuvieron en las bolsas, se procedió a eliminar el aire de cada una de las bolsas y se introdujo la manguera para insuflar el oxígeno puro; cerrando el extremo superior de la bolsa con bandas elásticas. Se utilizó una parte de agua por tres partes de oxígeno puro.

Finalmente después de terminar todo el proceso las cajas de cartón fueron selladas y colocadas en un ambiente acondicionado.



**Figura 3.11. Saturación con oxígeno puro**



**Figura 3.12. Amarre de bolsas con bandas elásticas**



**Figura 3.13. Aseguramiento final del amarre**



**Figura 3.14. Cierre de cajas de empaque**

#### **3.4.3.4 Almacenamiento de Cajas**

Los peces quedaron debidamente empacados y rotulados en las cajas durante 8 y 30 horas, simulando el periodo de transporte, y depositados en la caseta de la Estación de Bioecología Productiva San Juan de Curumuy. Las cajas fueron distribuidas al azar.

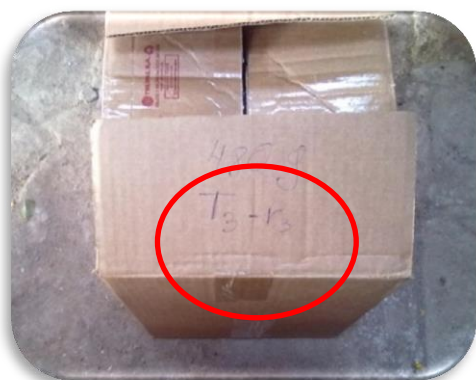


**Figura 3.15. Traslado de cajas a la caseta**





**Figura 3.16. Almacenamiento y acomodo de cajas en caseta**



**Figura 3.17. Rotulación de cajas**

### **3.4.3.5 Evaluación de supervivencia y siembra de juveniles**

Transcurrido el tiempo de “transporte” de los peces, se procedió a su evaluación de supervivencia. En cada bolsa se contabilizó los peces vivos y peces muertos. Los peces fueron estabulados en estanques de 40 m<sup>2</sup>, previamente aclimatados.



**Figura 3.18. Peces revisados después de 8 horas**



**Figura 3.19. Visualización de especímenes**



**Figura 3.20. Aclimatación de peces**

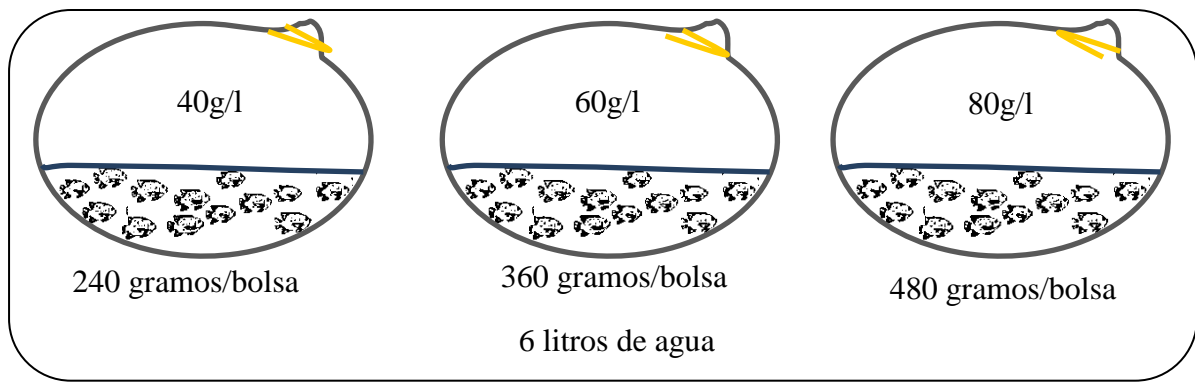
#### **3.4.4 Diseño experimental**

El diseño experimental de la presente investigación se observa en el cuadro 3.1.

**Cuadro 3.1. Diseño experimental de la investigación**

<b>ITEMS</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>		
	<b>T<sub>1</sub></b>	<b>T<sub>2</sub></b>	<b>T<sub>3</sub></b>
<b>Biomasa</b>	40g /litro	60g /litro	80g /litro
<b>Volumen de agua</b>	6 litros	6 litros	6 litros
<b>Repeticiones</b>	5	5	5





**Figura 3.21. Representación de tratamientos**

Se trabajó con un Diseño Completamente al Azar y los resultados procesados estadísticamente mediante el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de DUNCAN para supervivencia, oxígeno, temperatura, pH y amonio.

### 3.4.5 Supervivencia

Se obtuvo dividiendo el número final de individuos (supervivientes) entre el número inicial multiplicado por 100.

$$\text{Porcentaje de Supervivencia} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ final de individuos}}{\text{N}^{\circ} \text{ inicial de individuos}} \times 100$$

Fuente: Cruz et al., 1993. Citado por Bayona D. 2012



**Figura 3.22. Conteo de alevinos**



**Figura 3.23. Mortandad de especímenes**

### **3.4.6 Parámetros físico – químicos de calidad del agua**

- Temperatura.- Se registró temperatura del ambiente y del agua de transporte en bolsa plástica.
- pH.- Se registró el pH del agua en la bolsa transportada.
- Oxígeno.- Se registró el oxígeno dentro de la bolsa cerrada, antes de ser amarrada, introduciendo el cátodo del oxímetro, y de igual manera en el momento de evaluar la supervivencia.
- Amonio.- Se recolectó muestras de agua de las bolsas y fueron llevadas al Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Piura para su respectivo análisis.

### **3.4.7 Costos de transporte de juveniles**

Se consideró la cantidad total de alevines facturados y el precio unitario por millar, adicionando los gastos de flete por transporte desde el laboratorio hasta los estanques de aclimatación, así mismo el cuidado de los peces hasta alcanzar el peso estimado para su transporte.

Los costos por tratamiento se estimaron de la siguiente forma.

- Costo de peces, compra de semilla (San Martin) y fletes de viaje (puesto en Piura y en Curumuy).
- Costo de Alimento, puritilapia al 32%.
- Costo de mano de obra por Alimentación, cuidado y mantenimiento en los estanques de estabulación.
- Material para transporte, flete de transporte, se calculó de acuerdo al número de cajas/millar.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. SUPERVIVENCIA

Después de 8 horas de permanecer los peces dentro de las bolsas plásticas, se observó que no existió mortalidad.

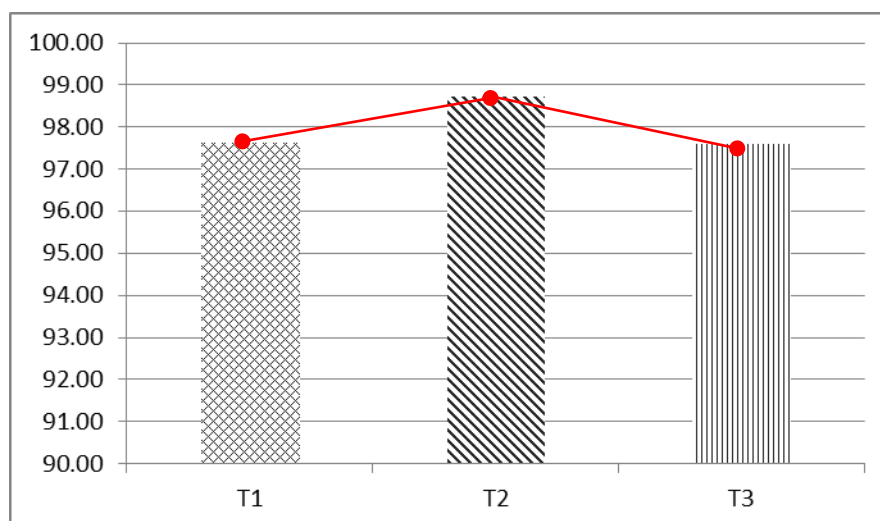
De acuerdo con los resultados (cuadro 4.1) la supervivencia promedio máxima fue 98.73  $\pm$  0.36% ( $T_2$ ), y la mínima fue 97.58  $\pm$  0.37% ( $T_3$ ). Resultados similares obtuvo García (2014) cuando trabajó con una densidad de 30 g/l donde la supervivencia promedio fue de 97.02  $\pm$  1.40%; mientras que con una densidad de 40 g/l obtuvo una supervivencia de 96.24  $\pm$  0.97% y para una densidad de 50 g/l alcanzó una supervivencia de 97.84  $\pm$  0.45%.

Cuando se realizó el ANVA para la supervivencia de los alevines de tilapia, los resultados estadísticos mostraron que no existen diferencias significativas ( $\alpha = 0.05$  y  $\alpha = 0.01$ .) entre tratamientos, siendo el tratamiento 2, con una densidad de 60 g/l, el de mejor resultado con un 98.73  $\pm$  0.36%, porcentajes superiores a Villacis (2004) quien trabajando con peces previamente ayunados y no ayunados a densidades de 20, 40 y 60 g/l, respectivamente, obtuvo que a densidades de 40 y 60 g/l, la supervivencia fue entre 92 y 97 %. Así mismo manifiesta que igualmente es posible transportar alevines ayunados a 40 g/l debido a su alta supervivencia, pero a esta densidad con alevines no ayunados, la alta concentración del total de amonio nitrogenado (TAN) en el agua, hace que el transporte sea riesgoso por el daño que pueden sufrir las branquias y el aumento de susceptibilidad a enfermedades. Transportar altas densidades, como 60 g/L, no disminuye considerablemente la supervivencia a las ocho horas y dos días después del transporte, pero puede causar resultados desfavorables en el bienestar y desempeño de los alevines al ser colocados en el estanque de producción debido a la alta concentración de TAN en el agua durante el transporte.

En general los promedios de supervivencia son altos, la supervivencia entre tratamientos no presentó significancia ( $\alpha = 0.05$  y  $\alpha = 0.01$ ) de acuerdo al ANVA y DUNCAN (cuadro 4.2), por lo que se puede decir que el tratamiento 2 con una carga de 60 g/l (cuadro 4.1) tuvo mejor promedio 98.73  $\pm$  0.36% de supervivencia.

**Cuadro 4.1. Supervivencia de juveniles de *Oreochromis niloticus* tilapia estabulados en bolsas plásticas con fines de transporte.**

VARIABLES	TRATAMIENTOS		
	T1 (40g/l)	T2 (60g/l)	T3 (80g/l)
R1	95.59 %	98.36 %	96.18 %
R2	98.51 %	100.00 %	97.71 %
R3	100.00 %	99.07 %	98.48 %
R4	95.31 %	98.02 %	97.84 %
R5	98.68 %	98.20 %	97.67 %
Promedio	<b>97.62</b>	<b>98.73</b>	<b>97.58</b>
S	2.063	0.813	0.846
CV	2.112	0.824	0.867
ES +/-	0.92	0.36	0.37



**Figura 4.1. Supervivencia de juveniles de tilapia a 3 tratamientos**

**Cuadro 4.2. Análisis de Varianza de Supervivencia de juveniles de tilapia *Oreochromis niloticus* estabulados en bolsas plásticas para su transporte.**

F.V.	G.L	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CAL.	F TAB. 0.05	F TAB. 0.01	PRUEBA DE COMPARACION DUNCAN
TRATAMIENTOS	2	4.26	2.13	1.1338	3.89	6.93	NO SIGNIFICATIVO
ERROR	12	22.55	1.88				
TOTAL	14	26.812				NO SIGNIFICATIVO	

**Cuadro 4.3. Análisis Descriptivos (IBM SPSS Statistics 22.0)**

%								
N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza		Mínimo	Máximo	
				para la media				
				Límite inferior	Límite superior			
40,00	5	97,6180	2,06380	,92296	95,0555	100,1805	95,31	100,00
60,00	5	98,7300	,81400	,36403	97,7193	99,7407	98,02	100,00
80,00	5	97,5760	,84595	,37832	96,5256	98,6264	96,18	98,48
Total	15	97,9747	1,38444	,35746	97,2080	98,7413	95,31	100,00

**Cuadro 4.4. Análisis de Varianza (IBM SPSS Statistics 22.0)**

%					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4,283	2	2,142	1,140	,352
Dentro de grupos	22,550	12	1,879		
<b>Total</b>	26,833	14			

**Cuadro 4.5. Comparaciones Múltiples, Tukey y Tamhane (IBM SPSS Statistics 22.0)**

Variable dependiente: %

	(I) gr/l	(J) gr/l	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
<b>HSD Tukey</b>	40,00	60,00	-1,11200	,86699	,431	-3,4250	1,2010
		80,00	,04200	,86699	,999	-2,2710	2,3550
	60,00	40,00	1,11200	,86699	,431	-1,2010	3,4250
		80,00	1,15400	,86699	,406	-1,1590	3,4670
	80,00	40,00	-,04200	,86699	,999	-2,3550	2,2710
		60,00	-1,15400	,86699	,406	-3,4670	1,1590
<b>Tamhane</b>	40,00	60,00	-1,11200	,99216	,673	-4,5400	2,3160
		80,00	,04200	,99749	1,000	-3,3795	3,4635
	60,00	40,00	1,11200	,99216	,673	-2,3160	4,5400
		80,00	1,15400	,52502	,167	-,4241	2,7321
	80,00	40,00	-,04200	,99749	1,000	-3,4635	3,3795
		60,00	-1,15400	,52502	,167	-2,7321	,4241

**Cuadro 4.6. Prueba de Tukey y Duncan (IBM SPSS Statistics 22.0)**

	%		
	gr/l	N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
<b>HSD Tukey<sup>a</sup></b>	80,00	5	97,5760
	40,00	5	97,6180
	60,00	5	98,7300
	Sig.		,406
<b>Duncan<sup>a</sup></b>	80,00	5	97,5760
	40,00	5	97,6180
	60,00	5	98,7300
	Sig.		,229

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

## 4.2. PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS DEL AGUA

### 4.2.1 Temperatura

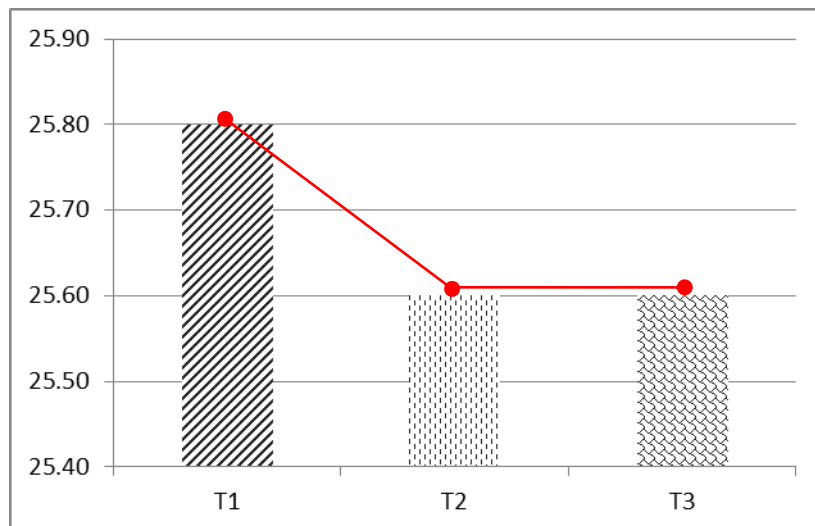
El crecimiento y la actividad de los peces dependen de la temperatura de sus cuerpos. La temperatura del cuerpo de los peces es aproximadamente la misma que la del agua y varía con ella.

La temperatura promedio del agua de transporte tuvo valores mínimo y máximo de 25.6 +/- 0.3°C y 25.8 +/-0.2°C (Cuadro 4.7), estos valores están comprendidos como adecuados tal y como indica Saavedra (2006), quien manifiesta rangos óptimos de temperatura deben oscilar entre 20°C - 30 °C; así mismo NICOVITA (2011) y CONAPESCA (2011), manifiestan que el rango óptimo para el cultivo tilapia fluctúa entre 28°C y 32°C; Kubitz (2009), recomienda que la temperatura del agua deberá ser mantenida entre los 19 y 22 ° C para los peces tropicales pero esto es realizado con el uso de hielo durante el transporte.

La temperatura ambiental fluctuó entre 27°C y 30°C.

**Cuadro 4.7. Temperatura del agua (°C) después de 28 horas de permanecer los juveniles de tilapia en bolsas.**

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	T1	T2	T3
R1	26.00	26.00	26.00
R2	26.00	25.00	26.00
R3	25.00	26.00	25.00
R4	26.00	25.00	25.00
R5	26.00	26.00	26.00
Promedio	25.80	25.60	25.60
S	0.4472	0.5477	0.5477
CV	0.80	1.20	1.20
ES +/-	0.200	0.300	0.300



**Figura 4.2. Temperatura del agua registrada en el desempaque**

#### 4.2.2 Oxígeno

El gas más importante disuelto en el agua es el oxígeno ( $O_2$ ). Como ya se ha visto, el oxígeno disuelto (OD) es esencial para la respiración de la mayoría de los organismos vivientes.

Los niveles de oxígeno disuelto obtenidos en los tratamientos son considerados como óptimos, se registraron valores mayores a los 4 mg/l después del periodo de experimentación.

Los valores promedios de oxígeno disuelto para el agua de embarque mínimos y máximos fueron  $8.18 \pm 0.037$  mg/l y  $8.2 \pm 0.031$  mg/l, respectivamente, obteniendo un promedio general de oxígeno disuelto de 8.19 mg/l.

Durante la aclimatación de juveniles, se obtuvo en el agua, dentro de las bolsas, valores promedios mínimos y máximos de  $4.37 \pm 0.08$  mg/l y  $4.71 \pm 0.01$  mg/l, respectivamente, obteniendo un promedio general de 4.57 mg/l.

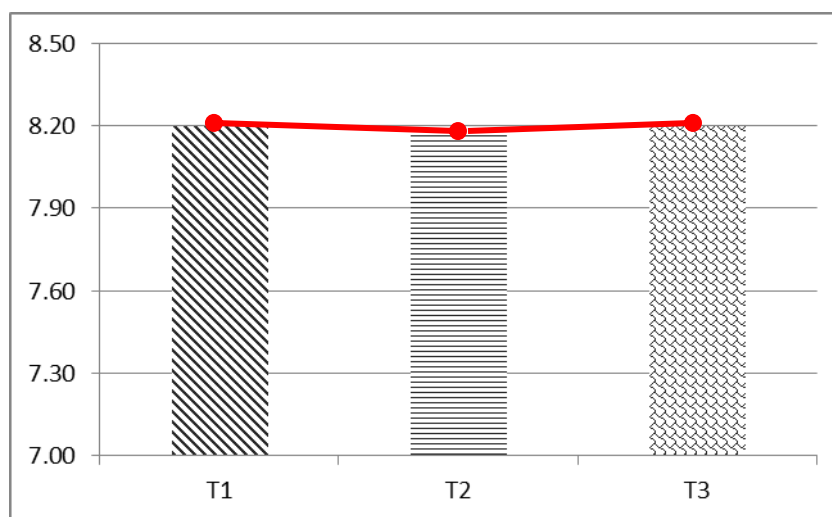
Los valores obtenidos de oxígeno disuelto se consideran óptimos, tal y como indica NICOVITA (2011) que el oxígeno  $>4.5$  es el rango deseable para el crecimiento del pez, asimismo Saavedra (2006) indica que lo más conveniente son valores mayores de 2 ó 3 mg/l, particularmente en ausencia de luz, CONAPESCA (2011) indica que la concentración normal puede variar de 5.0 a 6.0 ppm (5 a 6 mg/l), ya que a concentraciones menores el metabolismo



y el crecimiento disminuyen, además Cabañas (1995) nombrado por Camacho et. al (2000), recomienda mantener concentraciones que varían entre 4 y 6 mg/l, por otra parte Kubitza (2009) recomienda mantener el oxígeno disuelto en valores un poco por encima de la saturación, entre 9 y 11 mg/l de tal forma a compensar el elevado gas carbónico y durante la aclimatación, el oxígeno puede ser nuevamente mantenido entre los 7 y 8 mg/l, valores adecuados para realizar la suelta de los peces.

**Cuadro 4.8. Oxígeno del agua para el embarque de los peces al inicio de la experimentación**

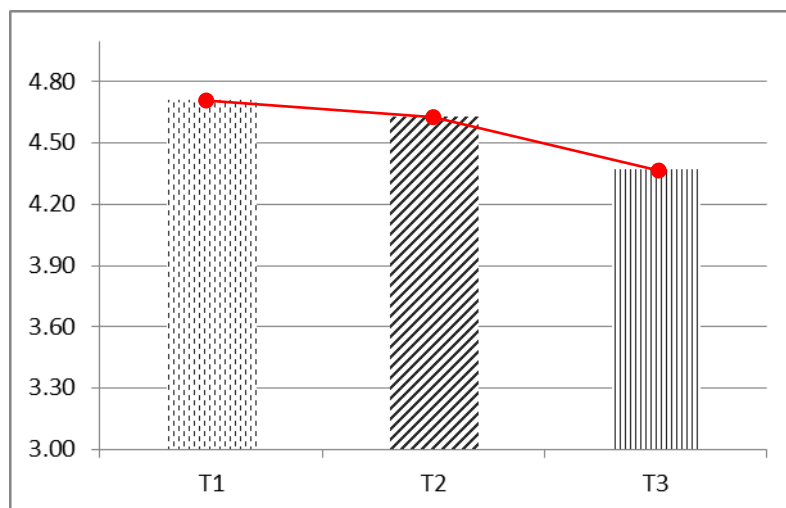
REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	T1(mg/l)	T2(mg/l)	T3(mg/l)
R1	8.20	8.10	8.20
R2	8.10	8.10	8.30
R3	8.20	8.30	8.20
R4	8.20	8.20	8.10
R5	8.30	8.20	8.20
Promedio	8.20	8.18	8.20
S	0.0707	0.0837	0.0707
CV	0.8623	1.0228	0.8623
ES +/-	0.0316	0.0374	0.0316



**Figura 4.3. Oxígeno disuelto del agua para el embarque**

**Cuadro 4.9. Oxígeno del agua de unidades experimentales al final de la experimentación**

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	T1(mg/l)	T2(mg/l)	T3(mg/l)
R1	4.70	4.60	4.10
R2	4.70	4.70	4.35
R3	4.75	4.65	4.60
R4	4.70	4.60	4.40
R5	4.70	4.60	4.40
Promedio	4.71	4.63	4.37
S	0.0224	0.0447	0.1789
CV	0.4747	0.9659	4.0935
ES +/-	0.0100	0.0200	0.0800



**Figura 4.4. Oxígeno disuelto de agua en el desempaque**

### 4.2.3 Potencial de Hidrogeno

El agua puede ser ácida, alcalina o neutra. Según cual sea el caso, el agua reacciona de diferente modo con las sustancias disueltas que contiene. De la misma manera, afecta de diversa manera a los vegetales y animales que viven en ella. La medida de la acidez o alcalinidad del agua se expresa como el valor del pH.

Los niveles de pH obtenidos en los tratamientos son considerados como óptimos, se registraron valores entre 6.5 a 8 durante la fase de experimentación.

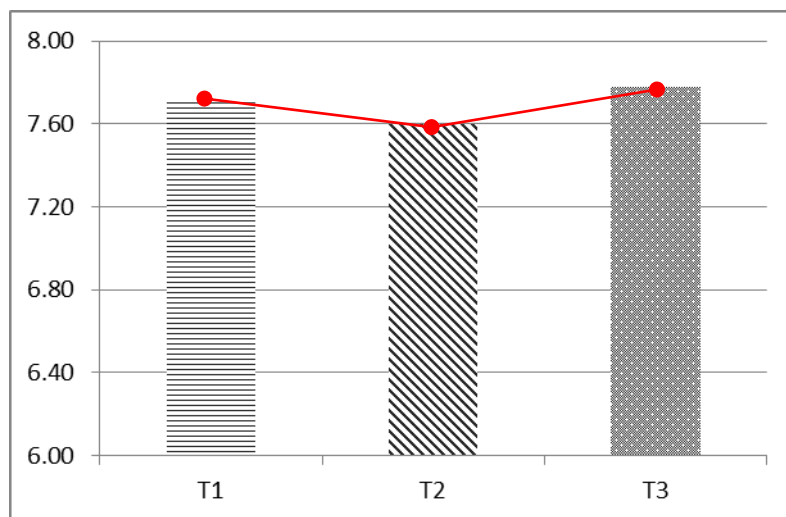
En el agua para el embarque los valores mínimos y máximos de pH promedio fueron 7.6 (T<sub>2</sub>) y 7.78 +/-0.02 (T<sub>3</sub>), respectivamente, (Cuadro 4.10).

Durante la aclimatación de alevines, se obtuvo en el agua, dentro de las bolsas, valores promedios mínimos y máximos de pH fueron 6.54 +/-0.024 (T<sub>3</sub>) y 6.74 +/-0.024 (T<sub>1</sub>), respectivamente, (Cuadro 4.11).

Los valores promedios de pH, se mantuvieron normales para supervivencia de *Oreochromis niloticus*, tilapia, estos resultados obtenidos son adecuados tal y como indica NICOVITA (2011) el rango óptimo está entre 6.5 a 9.0, CONAPESCA (2011) agrega que la tilapia crece mejor en aguas de pH neutro, y asimismo Saavedra (2006), Los valores óptimos de pH son entre 7 y 8. No pueden tolerar valores menores de 5, pero sí pueden resistir valores alcalinos de 11.

**Cuadro 4.10. pH del agua para el embarque de los peces**

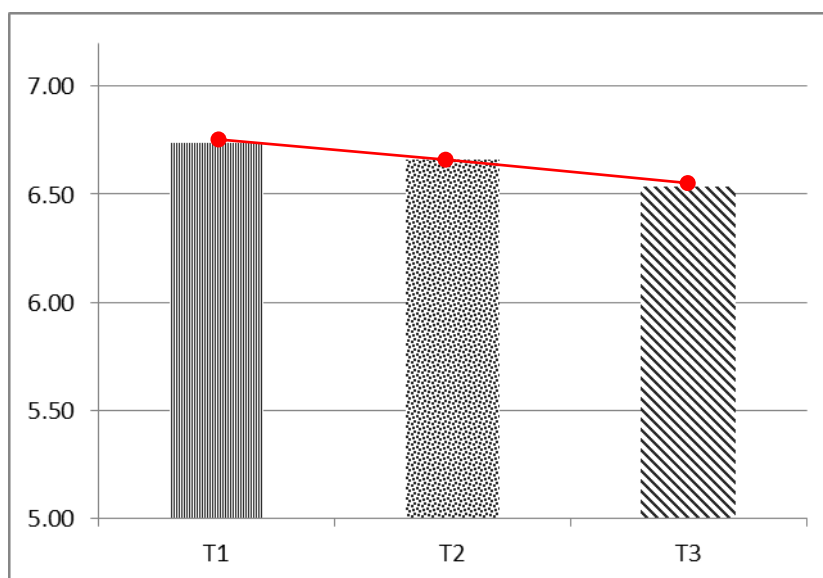
REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	T1	T2	T3
R1	7.70	7.60	7.80
R2	7.70	7.60	7.80
R3	7.70	7.60	7.80
R4	7.80	7.60	7.80
R5	7.70	7.60	7.70
Promedio	7.72	7.60	7.78
S	0.0447	0	0.0447
CV	0.5793	0	0.5748
ES +/-	0.020	0	0.020



**Figura 4.5. pH del agua para carga de peces**

**Cuadro 4.11. pH del agua de unidades experimentales en el desempaque**

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	T1	T2	T3
R1	6.80	6.70	6.50
R2	6.70	6.60	6.60
R3	6.80	6.60	6.50
R4	6.70	6.70	6.50
R5	6.70	6.70	6.60
Promedio	6.74	6.66	6.54
S	0.0548	0.0548	0.0548
CV	0.8126	0.8224	0.8375
ES +/-	0.0245	0.0245	0.0245



**Figura 4.6. pH del agua en el desempaque**

#### 4.2.4 Concentración de Amonio

El amoniaco es causante de numerosos efectos nocivos, quema y erosión de branqueas, destrucción de capas mucosas protectoras, así como lo que se conoce como hiperplasia (reducción del flujo de oxígeno afectando la hemoglobina de la sangre). Otro efecto nocivo, sub-letal, causado por una exposición prolongada a niveles elevados de amoniaco es la disminución importante de la resistencia a infecciones, siendo la causa más común de úlceras, hemorragias externas, enfermedades, etc. La presencia de amoniaco impedirá también la regeneración de nuevos tejidos de piel. Ningún tipo de tratamiento será eficaz si el amoniaco está presente, aunque sea solo a nivel sub-letal. No se puede subestimar bajo ninguna circunstancia la toxicidad del amoniaco.

Las muestras extraídas del agua de los tratamientos antes y después del embalaje de los peces fueron analizadas en el Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Piura, obteniéndose valores por debajo de 0.01 y máximos de 0.013 ppm (cuadro 4.12).

Los resultados obtenidos en las muestras se encuentran dentro del rango correspondiente indicado por NICOVITA (2011) los valores de amonio deben fluctuar entre 0.0 1 ppm a 0.1 ppm (valores cercanos a 2 ppm son críticos), además (Cabañas, 1995) nombrado por Camacho et. al (2000) indica que la concentración de este compuesto nunca deberá ser superior a 0.1 ppm, y según Urcelay et. al (2012) manifiesta que los niveles tóxicos de amonio no ionizados por exposición corta, usualmente se encuentran entre 0.6 y 0.2 mg/l. Los efectos subletales han sido observado en rangos entre 0.1 a 0.3 mg/l.

**Cuadro 4.12. Niveles de concentración de amonio en muestras de agua**

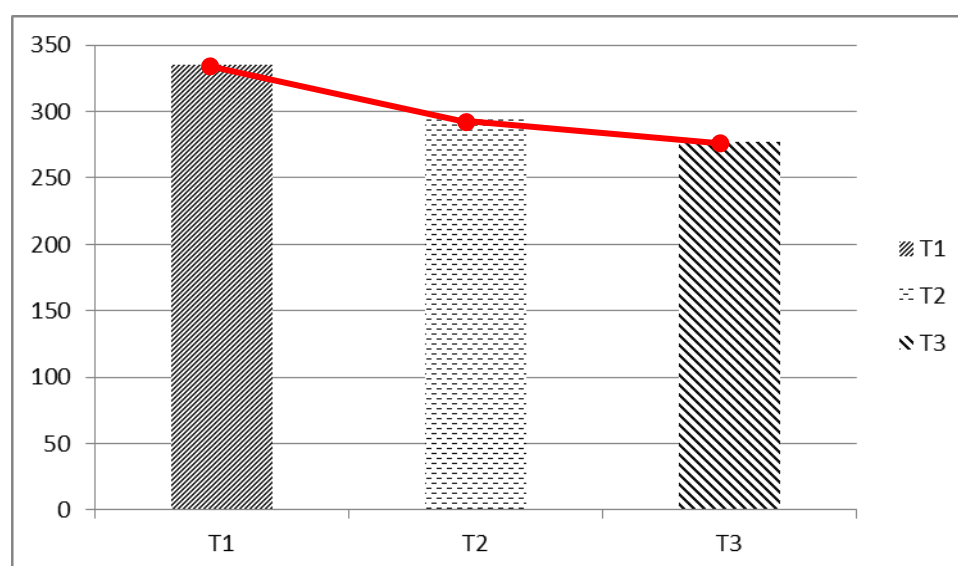
REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	T1 (mg/l)	T2 (mg/l)	T3 (mg/l)
R1	<0.010	<0.010	0.013
R2	<0.010	<0.010	0.012
R3	<0.010	<0.010	0.011
R4	<0.010	<0.010	0.011
R5	<0.010	0.010	0.011

### 4.3. COSTOS PARA TRANSPORTE DE JUVENILES

En el cuadro 4.13 en los resultados se observa que el costo/tratamiento es mucho menor en el tratamiento 3 (S/.270.59) debido a que costos como la movilidad, servicios a terceros y material de transporte son costos fijos, lo que reduce el costo al transportar más carga asimismo relacionándolo con la supervivencia, se puede deducir que la carga de peces para el tratamiento 3 es más rentable a transportar.

**Cuadro 4.13. Costos para transporte de juveniles de tilapia**

RUBRO	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	Costos (S./)					
Costo de semilla(Siembra)	1 millar	S/./110.50	1 millar	S/./110.50	1 millar	S/./110.50
Alimento		S/./11.82		S/./11.82		S/./11.82
Vigilancia		S/./80.00		S/./80.00		S/./80.00
Material para transporte		S/./58.25		S/./41.83		S/./35.26
N° cajas		15		10		8
Precio flete/caja		S/./ 5.00		S/./ 5.00		S/./ 5.00
Flete de transporte (costo/caja/millar)		S/./75.00		S/./50.00		S/./40.00
Costo / cajas/millar		S/./ 335.57		S/./ 294.15		S/./ 277.59
Sobrevivencia/tratamiento		976 juveniles		987 juveniles		975 juveniles
Costo/tratamiento		S/./ 327.59		S/./ 290.42		S/./ 270.87
Costo/tratamiento (1\$=S/./ 3.24)		\$./ 101.11		\$./ 89.64		\$./ 83.60



**Figura 4.7. Costos por millar de fase experimental, Supervivencia de juveniles de tilapia a 3 tratamientos**

## 5. CONCLUSIONES

1. Estadísticamente, no existe diferencias significativas respecto a la supervivencia entre tratamientos.
2. En supervivencia, la densidad más adecuada para el transporte de juveniles de tilapia fue el tratamiento 2 (60 g/l); mientras que el menor costo fue para tratamiento 3 (80g/l).
3. Los parámetros físicos - químicos, como temperatura, oxígeno disuelto, pH y concentración de amonio registrados durante la fase de estabulación y transporte, se encontraron dentro de los rangos adecuados para el transporte de tilapia *Oreochromis niloticus*.

## **6. RECOMENDACIONES**

1. Realizar transporte de peces con diferentes estadios de crecimiento y evaluar costos.
2. Realizar transporte de peces a altas densidades con equipos de aireación y control de temperatura.
3. Realizar transporte con anestésicos para evaluar supervivencia.
4. Poner más énfasis en las densidades de 60 y 80 g/l. probar con distintos volúmenes de agua y oxígeno.



## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABC (2003), “Siembra, engorde y reproducción de tilapias”. Recuperado de:  
<http://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/abc-rural/siembra-engorde-y-reproduccion-de-tilapias-705123.html>
- Camacho et. al (2000), “Guía para el cultivo de tilapia *Oreochromis sp*”. (Gunter, 1984) Semarnap. México. 136pp. Recuperado de:  
[http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/work/sites/cona/resources/LocalContent/7860/3/guia\\_tilapiaVbn.pdf](http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/work/sites/cona/resources/LocalContent/7860/3/guia_tilapiaVbn.pdf)
- CENDEPESCA, Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura. (2008), Manual Sobre Reproducción y Manejo de Tilapia, “TRANSPORTE Y EMPAQUE DE ALEVINES”. El Salvador. 68pp.
- CONAPESCA (2011). “Guía Empresarial para el Cultivo, Engorda y Comercialización de la Tilapia (Mojarra)”. México. 116pp. Recuperado de:  
<http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/work/sites/cona/dgof/publicaciones/GuiaEmpresarialTilapiaVBN.pdf>
- DYCYT (2012), Artículo de página web. “Evaluación de la Densidad Óptima de Alevines de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) para su Transporte Vivo en Bolsas Plásticas, Santiago, República Dominicana”. Recuperado de:  
<http://www.dicyt.com/noticias/presentan-resultados-de-investigacion-sobre-transporte-de-peces-vivos>
- E. Urcelay et. al (2012), “Manual del Productor, Criterios Técnicos y Económicos para la Producción Sustentable de Tilapia en México”. Comité Sistema Producto Tilapia de México. 96pp. Recuperado de:  
<http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/work/sites/cona/dgof/publicaciones/criteriosCSPTilapiaBN.pdf>

Díaz, Vázquez, Mari, (1989), “Desarrollo de la acuicultura en Cuba: Manejo de estaciones y pesquerías en aguas interiores”. FAO. 69pp. Recuperado de:  
[http://books.google.com.pe/books?id=KA0esfAIGEIC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.pe/books?id=KA0esfAIGEIC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

FAO (2014, a), “TRANSPORTE DE PECES VIVOS”. Recuperado de:  
[ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6709s/x6709s14.htm](ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6709s/x6709s14.htm)

FAO (2014, b), “LARVAS Y TRANSPORTE DE ALEVINES”. Recuperado de:  
<http://www.fao.org/docrep/005/AC908S/AC908S08.htm>

FONDEPES, Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero. (2004), Proyecto de Apoyo al Desarrollo del Sector Pesca y Acuícola del Perú – PADESPA, “Manual de Cultivo de Tilapia”. 115pp

García (2014), Tesis para optar título, “Supervivencia de alevines de tilapia *Oreochromis niloticus* transportados, a tres densidades, en bolsas plásticas Piura - 2013”. 68pp.

International Center For Aquaculture And Aquatic Environments Auburn University. (2014), Manual, Acuicultura y Aprovechamiento del Agua para el Desarrollo Rural, “TRANSPORTE DE PECES”. Estados Unidos de América (USA). 22pp.

Kubitza. (2009), Manual de Manejo en la Producción de Peces: “Buenas Prácticas en el Transporte de Peces Vivos”. Brasil. 10pp.

NICOVITA (2011), Manual de “CRIANZA TILAPIA”. Callao – Perú. 49pp. Recuperado de:  
<http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf>

Saavedra (2006), “MANUAL DE MANEJO DEL CULTIVO DE TILAPIA”. Nicaragua. 24pp. Recuperado de: [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNADK649.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADK649.pdf)

Villacís (2004), Tesis para optar título, “Determinación de la densidad óptima de biomasa de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*) para su transporte en bolsa plástica”. Honduras. 24pp.

WIKIPEDIA (2014), “TILAPIA”. Recuperado de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Tilapia>

## 8. ANEXOS



**Figura 8.1. Material biológico en San Juan de Curumuy**



**Figura 8.2. Aclimatación de Alevines de tilapia a su llegada**



**Figura 8.3. Captura de juveniles para transporte**



**Figura 8.4. Empaque de juveniles de tilapia para fines de transporte**





**Figura 8.5. Resguardo de cajas en caseta de la estación Bioecológica**



**Figura 8.6. Aclimatación de peces y desempaque**



**Figura8.7. Conteo de peces después de ser aclimatados**